

公平影响适应性情景记忆：相对奖赏的调节作用^{*}

龙翼婷¹ 姜英杰¹ 袁媛¹ 张晓靖¹ 丛佩瑶¹ 郭彦麟¹

(1. 东北师范大学心理学院, 长春 130024)

摘 要 具有适应性的情景记忆在社会合作决策中扮演着关键角色, 然而以往研究在探讨公平如何塑造这种记忆时存在争议, 且常常忽略了奖赏对记忆的额外影响。本研究通过三个实验, 利用独裁者游戏范式, 深入考察了公平对情景记忆的影响, 以及相对奖赏与绝对奖赏在其中的调节作用。研究结果显示, (1) 趋近高公平和回避低公平的动机均可能有效增强情景记忆; (2) 相对奖赏的大小调节了公平对情景记忆的影响, 被试对大奖赏下的高公平分配以及小奖赏下的低公平分配有更好的记忆效果, 而绝对奖赏则未展现出类似的作用; (3) 公平和奖赏都能够通过情景记忆来促进后续合作决策。总体而言, 本研究通过揭示社会性(公平)与非社会性(奖赏)因素间复杂的交互作用, 为理解社会性情景记忆的形成机制提供了新的视角。

关键词 公平, 奖赏, 独裁者游戏, 合作决策, 情景记忆

分类号 B842

1 前言

公平是人际交往与合作的重要原则, 是社会和谐稳定的重要基石。常言道“不患寡而患不均”, 有研究发现, 在单次决策中, 利益分配的公平程度是人们决定是否合作的依据(Hu & Mai, 2021; Yang et al., 2022; 尤婷婷 等, 2023)。而在与同一伙伴的多次合作中, 人们对过往合作经历的情景记忆在决策中发挥着重要作用(Kroneisen & Bell, 2022; Murty et al., 2016)。情景记忆具有适应性, 这体现在它能够整合过往经历中的信息, 使它们成为促进当前社会交往和决策行为的重要参考(Kadwe et al., 2022; Kroneisen et al., 2021; Schaper et al., 2022; Schaper et al., 2019)。在构建对合作经历的情景记忆时, 人们需要记住合作伙伴及其对应的利益分配结果之间的关联, 而非仅记住伙伴的面孔(Schaper et al., 2019), 进而选择与更公平分配的伙伴继续合作(FeldmanHall et al., 2021)。

研究者们通过独裁者游戏考察公平如何影响个体对合作经历的适应性情景记忆

^{*} 收稿日期: 2022-09-02

国家自然科学基金面上项目(32271095)和吉林省自然科学基金面上项目(奖赏预测误差对记忆的影响: 元认知和电生理机制)资助

通信作者: 姜英杰, E-mail: jiangyj993@nenu.edu.cn

(FeldmanHall et al., 2021; Lempert et al., 2022; Murty et al., 2016)。在该游戏中，独裁者与被试共享一定数额的金钱，由独裁者决定分配方案，而被试只能被动接受。双方收益比例反映公平程度，比例降低意味着公平程度下降(Fliessbach et al., 2007)。有研究发现，出于避免未来再次遭遇不公平分配的回避动机，个体会有意记住更低公平的经历。在实验中，独裁者对 10 美元进行分配，当分配的公平程度更低时（如独裁者获得 9 美元，被试获得 1 美元），被试对独裁者与其分配方式之间关联的情景记忆成绩更好(FeldmanHall et al., 2021; Murty et al., 2016)。但近期一项采用相似范式的研究却发现，高公平分配同样能够引起更好的记忆效果(Lempert et al., 2022)，表明趋近高公平的动机同样能强化情景记忆。上述差异结果可能源于现有研究范式的一个关键局限：研究者通过调整奖赏分配的比例来操控公平程度，却未充分考虑奖赏本身对记忆的额外影响。奖赏作为影响情景记忆(da Silva Castanheira et al., 2021; Villasenor et al., 2021)和社会决策(吴小燕 等, 2024)的重要非社会性因素，更大的奖赏通常会激励出更好的记忆效果（钟玉璇 等, 2024）。在使用独裁者游戏的研究中(FeldmanHall et al., 2021; Lempert et al., 2022; Murty et al., 2016)，当总收益设定为固定值（例如 10 美元）时，分配方案的公平程度与被试所得奖赏大小高度正相关且一一对应，公平降低会直接导致奖赏减少。但这些研究并未注意到奖赏的额外影响或加以控制，导致其报告的公平对情景记忆的影响中混淆了奖赏的效应，削减了研究的效度以及研究结果的稳定性。

值得注意的是，公平与奖赏对情景记忆的影响可能并非孤立存在。在行为研究中，公平和奖赏的加工过程能够彼此影响，个体在经历了不公平待遇后更致力于避免奖赏的损失(Liu et al., 2017)，而奖赏的损失也会加剧人们对低公平分配的回避(Yang et al., 2022)。脑成像证据进一步显示，在大脑对分配结果的加工过程中，公平和奖赏也存在交互作用(Fliessbach et al., 2007)，低公平的分配甚至可能降低与奖赏加工相关的脑区的功能连接(Wei et al., 2017)。因此，在情景记忆的形成中，公平和奖赏也可能存在交互的影响。记忆领域的研究发现，个体自身的利益得失（奖赏）能够调节道德对情景记忆的影响方向，利益受损时，道德违背事件的记忆被增强，而利益增加时，个体对道德遵循事件的记忆更好(Bell et al., 2014)。鉴于公平是社会道德的一个重要组成，我们推测：奖赏可能能够调节公平对情景记忆的影响，在不同大小的奖赏下，公平影响情景记忆的方向可能相反。

个体对奖赏额度大小的感知可能会受到生活经验以及当前奖赏序列的影响，因此，研究者们区分了绝对奖赏和相对奖赏两种类型。绝对奖赏指的是人们基于生活经验形成的对奖赏大小的较稳定认知，不受奖赏序列背景的影响(Otto & Vassena, 2021)。绝对奖赏的操纵可以通过被试间设计来实现，例如，在小奖赏组中采用通常被视为小额奖赏的 1 元和 2 元，而在大奖赏组中则使用通常被视为大奖赏的 50 元和 100 元。而相对奖赏大小的操纵常通过被试内设计来实现(da Silva Castanheira et al., 2021; Villasenor et al., 2021)，一般通过包含多个分值的奖赏序列让被试形成奖赏大小的比较性认知，如当序列中仅包含 1 元和 2 元时，2 元被视为相对更大的奖赏。两种奖赏类型的大脑加工过程并非一致(Grabenhorst & Rolls, 2009;

Wischnewski & Schutter, 2018)。本研究将分别操纵相对奖赏和绝对奖赏，以更全面地考察和比较不同奖赏类型在公平对情景记忆的影响中的作用。有研究发现个体在认知任务中更多地依据相对奖赏调整其努力程度，而非绝对奖赏(Otto & Vassena, 2021)，意味着相对奖赏可能凭借其在认知资源调动上的优势而对记忆有更明显的影响，因此我们推测相对奖赏是调节公平对情景记忆的影响的关键因素，而绝对奖赏并无类似效果或效果更弱。

综上所述，具有适应性的情景记忆在社会合作决策中扮演着关键角色，然而以往研究在探讨公平如何塑造这种记忆时存在争议，并且常常忽略了奖赏对记忆的额外影响。因此为考察公平对情景记忆的影响，以及奖赏在这一过程中的调节作用，本研究采用独裁者游戏范式，通过双方收益的比例来操纵公平程度(Fliessbach et al., 2007)，共进行了 3 个正式实验。实验 1 将奖赏和公平的影响相分离，目的是揭示公平对情景记忆的单独影响。实验 2 和 3 旨在考察和比较不同奖赏类型在公平对情景记忆的影响中的作用，分别在小额绝对奖赏背景（实验 2）和大额绝对奖赏背景（实验 3）下操纵相对奖赏的大小，在考察相对奖赏作用的基础上，通过对比两个实验中的情景记忆结果，揭示绝对奖赏大小的作用。在正式实验之前先进行 1 个预实验，采用与前人研究相似的范式(FeldmanHall et al., 2021; Lempert et al., 2022; Murty et al., 2016)，考察公平和奖赏对情景记忆的影响是否分别都存在，并检验本研究操纵公平的方式是否有效，作为后续实验的基础。

2 预实验

前人研究中，独裁者游戏的双方收入总额固定为 10 美元，导致奖赏大小与公平程度高度正相关且一一对应(FeldmanHall et al., 2021; Lempert et al., 2022; Murty et al., 2016)。预实验对此进行简单改进，设置了 5 和 10 两种总额，使得同一公平程度下可能包含不同奖赏（如 1:4 和 2:8），同一奖赏下也包含不同的公平程度（如 1:4 和 1:9），从而分别验证公平和奖赏对情景记忆的影响，同时检查以分配比例操纵公平程度的方法是否有效。

2.1 方法

采用被试内设计，自变量为分配结果中的公平程度（双方奖赏的比例）和被试所得的奖赏。分配总额为 10 时，共有从 1:9、2:8、3:7、4:6 和 5:5 这五种分配条件；总额为 5 时，共有 1:4 和 2:3 两种分配条件。因变量为测试阶段中被试对独裁者与其分配情况间联结的情景记忆成绩，以及决策阶段中对独裁者的合作率。

2.1.1 被试

通过 G*power 计算得到最低被试量为 38 人(配对样本 t 检验，双尾， $\alpha = 0.05$ ， $\text{power} = 0.85$)。招募了 47 名被试，剔除了 3 名实验中不认真的被试，有效被试量为 44 人($M_{\text{age}} = 22.32$ 岁， $SD_{\text{age}} = 2.34$ ，女性 32 人)。为严谨验证通过实际被试量所获取数据的有效性，通过敏感性分析计算该样本量情况下最小可检测的效应量，结果显示，该样本量在 5%假阳性率下，能以 85%的效力检测 Cohen's d 为 0.45 及以上的效应量。所有被试在实验室中完成实验，并

获得 23 元左右的报酬。

2.1.2 实验材料

为了避免面孔吸引力、性别、外部特征等因素的干扰(Lempert et al., 2022; Schaper et al., 2019), 使用来自 Jang 等人(2019)的卡通图像作为独裁者的头像, 匿名地代表不同独裁者的身份, 每张头像图片的大小为 300×300 像素。

2.1.3 实验流程

分为学习阶段、测试阶段和决策阶段。被试在学习阶段中观看 66 名玩家 A (独裁者) 给出的分配方式。随后在未被提前告知的测试阶段中, 被试需要回忆独裁者们之前的分配方式。在学习和测试之间的 5min 间隔内, 获取被试对所有分配条件的公平感和满意度评分。最后在决策阶段中, 被试需要决定是否与学习阶段见过的独裁者们再次合作。

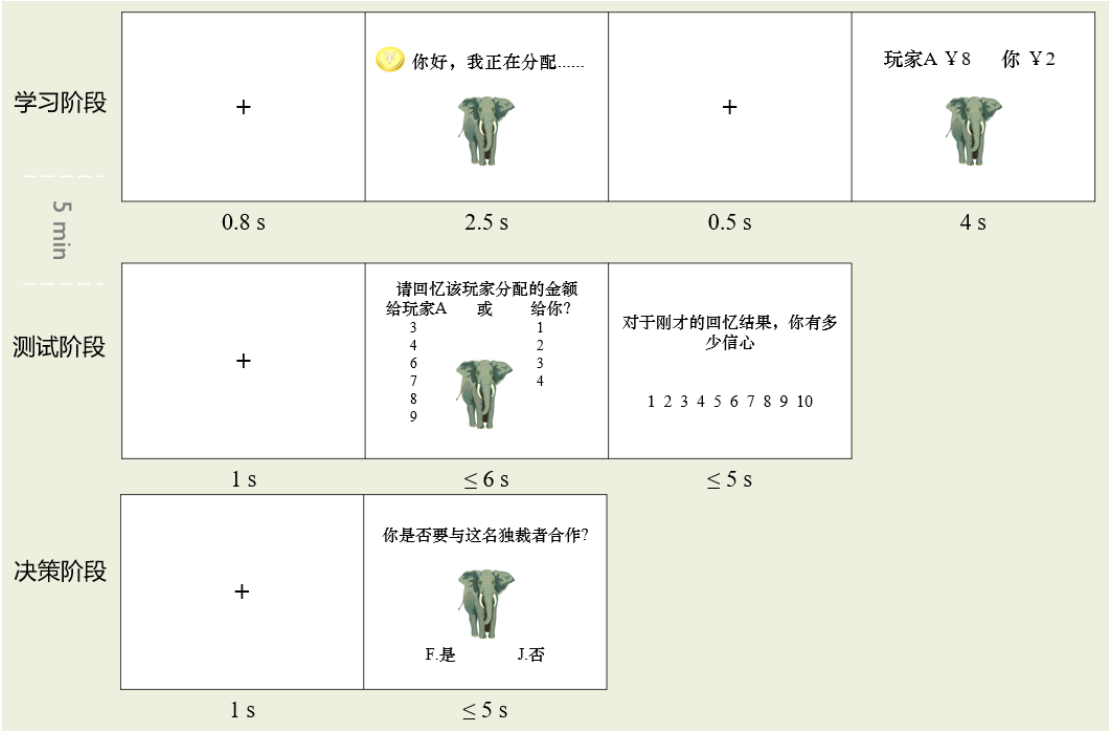


图 1 预实验流程图

2.2 实验结果

2.2.1 公平感和满意度

预实验中的公平感和满意度评分如图 2a 所示。为验证通过奖赏比例操纵公平感的方法是否有效, 以分配条件为自变量, 分别对公平感和满意度评分进行重复测量方差分析。

不同分配条件间公平感的差异显著, $F(6, 258) = 302.00, p < 0.001, \eta^2_p = 0.88$ 。Bonferroni 事后检验结果显示, 除了 1: 4 和 2: 8 间($p > 0.999$)以及 2: 3 和 4: 6 间($p = 0.648$)的差异外, 其他条件间的公平感差异均达到了显著水平($ps < 0.002$), 且公平感评分随着分配比例的降低而逐渐降低。

不同分配条件间的满意度的差异显著, $F(6, 258) = 197.71, p < 0.001, \eta^2_p = 0.82$ 。Bonferroni

事后检验的结果发现，除了 1:4 和 2:8 间($p > 0.999$)以及 2:3 和 4:6 间($p > 0.999$)的差异外，其他条件间的差异均达到了显著水平($ps < 0.003$)，且随着分配比例的降低而逐渐降低。

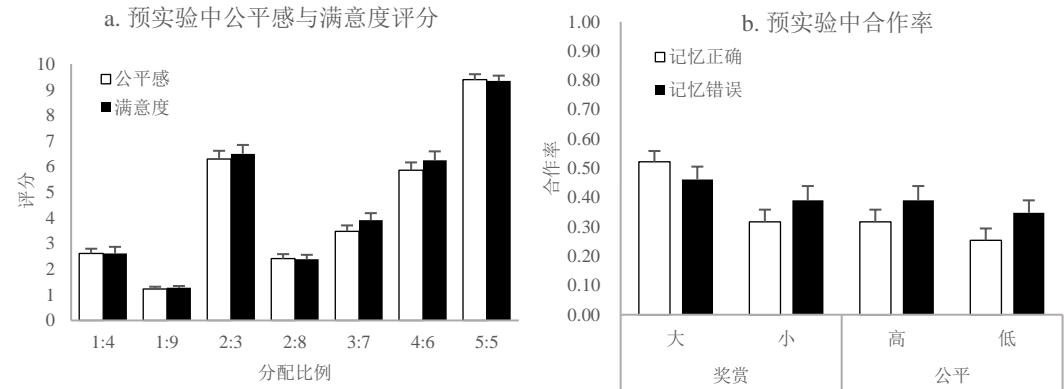


图 2 预实验中的公平感和满意度评分 (a) 与合作率 (b) (误差线为标准误)

以上结果说明，本研究对公平的操纵有效，个体依据自己和独裁者收益的比例产生公平感知，该比例越小时公平感和满意度越低，比例相同时公平感和满意度相似。

2.2.2 情景记忆成绩

不同分配条件下情景记忆成绩的平均值和标准差呈现在表 1 中。

表 1 预实验中不同条件下记忆成绩、信心判断和合作率的平均值 (标准差)

条件	1: 4	1: 9	2: 3	2: 8	4: 6
情景记忆成绩	0.24(0.18)	0.33(0.15)	0.32(0.22)	0.43 (0.19)	0.31(0.21)
信心判断	5.00(1.64)	5.62(1.63)	5.25(1.63)	4.85(1.59)	6.45(1.87)
合作率	回忆正确	0.17(0.30)	0.18(0.31)	0.42(0.38)	0.32(0.35)
	回忆错误	0.32(0.30)	0.33(0.27)	0.48(0.33)	0.38(0.30)
				0.79(0.34)	0.53(0.26)

使用配对样本 t 检验分别考察公平和奖赏对情景记忆正确率的影响。在检验公平的影响时，选择了两组奖赏相同但公平程度不同的条件 (1:4 vs 1:9, 2:3 vs 2:8)，将其中的 1:4 和 2:3 合并为高公平组，而 1:9 和 2:8 合并为低公平组。结果显示，低公平下的情景记忆成绩显著高于高公平条件($t(43) = 3.41, p = 0.001, \text{Cohen's } d = 0.51, 95\%CI = [0.04, 0.15]$)。

在检验奖赏的影响时，选择了两组公平程度相同但奖赏不同的条件 (1:4 vs 2:8, 2:3 vs 4:6)，其中 1:4 和 2:3 合并作为低奖赏组，而 2:8 和 4:6 合并作为高奖赏组。结果表明，相比于低奖赏条件，高奖赏条件下的情景记忆成绩显著更高($t(43) = 2.04, p = 0.021, \text{Cohen's } d = 0.36, 95\%CI = [0.01, 0.16]$)。

2.2.3 信心判断

有 3 名被试做出的信心判断值始终处于极高或极低水平，在分析中剔除了这 3 名没有正确理解指导语的被试。各个分配条件下的信息配对平均值和标准差如表 1 所示。与对情景记忆成绩的分析方法类似，使用配对样本 t 检验分别考察公平和奖赏对信心的影响。结果显示，公平的影响不显著($t(43) = 1.01, p = 0.319, 95\%CI = [-0.11, 0.34]$)，但奖赏的影响显著($t(43) = 3.45, p = 0.001, \text{Cohen's } d = 0.54, 95\%CI = [0.22, 0.85]$)，高奖赏组中的信心比低奖赏组中更高。

2.2.4 合作决策

有 2 名被试的合作率过低（低于 2%），被剔除在决策阶段的分析外。不同分配比例下的合作率呈现在表 1 和图 2b 中。为了揭示情景记忆对决策阶段的促进作用，即情景记忆的适应性，将回忆结果也作为自变量(Murty et al., 2016)，对合作率分别进行 2（回忆结果：正确或错误） \times 2（公平：高或低）以及 2（回忆结果：正确或错误） \times 2（奖赏：大或小）重复测量方差分析。

2（回忆结果：正确或错误） \times 2（公平：高或低）重复测量方差分析结果表明，回忆结果的主效应显著，回忆错误时的合作率更高($F(1, 37) = 7.78, p = 0.008, \eta_p^2 = 0.17$)；公平的主效应边缘显著 ($F(1, 37) = 3.41, p = 0.073, \eta_p^2 = 0.08$)，个体有选择与更公平的独裁者合作的趋势；二者交互作用不显著($F(1, 37) = 0.04, p = 0.548$)。由于分析中选取的分配条件（1:4 和 2:3 以及 1:9 和 2:8）的公平程度在实验中大多处于较低的水平，个体在回忆正确时更低的合作率说明情景记忆帮助个体回避了低公平分配。

2（回忆结果：正确或错误） \times 2（奖赏：大或小）重复测量方差分析结果表明，回忆结果的主效应不显著($F(1, 37) < 0.01, p = 0.997$)；奖赏的主效应显著 ($F(1, 37) = 16.32, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.31$)，个体对分配高奖赏的独裁者的合作率更高。奖赏和回忆结果的交互作用边缘显著，正确的回忆有增加奖赏效应的趋势($F(1, 37) = 3.11, p = 0.086$)，体现了情景记忆促进适应性决策的趋势。

2.3 预实验结果讨论

总的来说，预实验的发现包括以下三点：（1）公平感和满意度评分的结果表明，本研究通过双方奖赏比例操纵被试公平感的方法是有效的。（2）证明了在独裁者游戏范式下，除了公平的影响之外，奖赏这一非社会性因素也能够影响情景记忆成绩。因此，在正式实验中分离并进一步考察二者的交互影响，验证奖赏是否能够调节公平对情景记忆的影响，对于厘清公平如何影响情景记忆是必要的。（3）决策阶段的结果在一定程度上说明情景记忆能够促进适应性的合作决策，体现了情景记忆的适应性。但预实验中公平和奖赏并未完全分离，如对公平影响的分析中所选取条件的奖赏普遍较低，导致了其结果的局限性。

3 实验 1 恒定奖赏下，公平对情景记忆的影响

实验 1 选取了在日常生活中让人觉得是小额（2 元）和大额（100 元）的两个水平的绝对奖赏，将其作为被试间变量，使不同独裁者分配间仅存在公平程度的差异。本实验的目的是考察当个体所接收的奖赏大小恒定时，公平如何独立地影响情景记忆，以及公平的影响是否受到奖赏额度背景的影响。

3.1 方法

采用 2（奖赏：大和小） \times 3（公平：高、中和低）混合设计，其中奖赏为被试间变量。小额奖赏下的分配包含 2:4, 2:6 和 2:10，大额奖赏下的分配包含 100:200, 100:300 和 100:500，

每个条件下包含 18 个试次。除此之外，在学习阶段中额外设置 4 次公平分配作为公平的参考点，不被包含在后续阶段和数据分析中。

3.1.1 被试

使用 G*power 计算得到最低被试量为 32 人(重复测量被试内-被试间 F 检验, $f=0.25$, $\alpha=0.05$, $\text{power}=0.85$)。共招募了 39 名被试, 剔除了一名不认真的被试后, 有效被试量为 38 人($M_{\text{age}}=21.50$ 岁, $SD_{\text{age}}=1.41$, 16 名女性)。敏感性分析结果显示, 这个样本量在 5% 的假阳性率下, 为重复测量方差提供了 85% 的效力来检测 $f=0.22$ 或更大的效应量。所有被试在线上上进行实验, 并获得约 15 元的酬劳。为了确保被试的认真程度, 我们通过手机实时通话和电脑远程软件指导和监督被试的实验全程。

3.1.2 实验材料与流程

实验材料同预实验。基于预实验被试反馈, 对实验流程进行调整: 在学习阶段, 为增强被试的卷入程度和社交互动感, 将第一屏注视点换为‘按下空格, 进入本轮合作’, 被试按键后可见玩家 A 头像及“达成合作”提示; 测试阶段, 为解决预实验被试按键不及时问题, 增加玩家 A 头像单独 2s 呈现, 随后呈现三个选项供被试 6 秒内选择。具体流程如下:

学习阶段。在每个试次中, 每个试次中屏幕先呈现‘按下空格, 进入本轮合作’, 被试按键后看到玩家 A 头像及‘达成合作’提示, 共呈现 2.5s。在 0.5s 的注视点之后, 头像上方呈现分配结果 4s (如, 玩家 A: 5 元, 你: 5 元)。共有 66 名玩家 A 进行分配, 含 60 个不公平试次和 6 个公平参考点试次。被试完成 5 个练习试次后进入正式实验。

回忆阶段是未被提前告知的, 被试需要回忆 66 名玩家 A 的分配情况。在 1s 的注视点之后, 首先单独呈现玩家 A 头像 2s, 头像上方呈现文字“你: ? 元, 玩家 A: ? 元”以提示被试进行回忆。随后呈现三个选项 (2: 4, 2: 6 和 2: 10), 被试需要在 6s 之内回忆该独裁者的分配方式。被试用鼠标选择对应金额选项并通过按下空格键提交答案后, 进入信心判断。被试需要在 5s 内评价其对回忆结果的信心 (1 到 10 评分, 其中 1 为完全不确定, 10 为完全确定)。鼠标选择信心选项后, 通过按下空格键确认提交答案。

决策阶段。在 1s 的注视点之后, 屏幕上呈现玩家 A 的头像并询问被试是否愿意合作, 被试需要在 6s 内用鼠标点击“是”或“否”进行作答, 随即进入下一个试次。66 名玩家 A 头像都呈现完之后, 实验结束。

3.2 实验结果

3.2.1 公平感和满意度

为验证公平操纵的有效性, 对公平感进行 2 (奖赏: 大, 小) \times 3 (公平: 高, 中, 低) 重复测量方差分析。如图 3a 所示, 被试的公平感受到公平程度的显著影响 ($F(2,72)=115.79$, $p<0.001$, $\eta^2_p=0.76$), 但受奖赏的影响并不显著 ($F(1,36)=0.19$, $p=0.663$), 二者的交互作用也不显著 ($F(2,72)=2.00$, $p=0.147$)。Bonferroni 事后检验的结果发现, 各个公平程度间公平感的差异都显著, 双方所得金钱比例越低, 被试的公平感越低 ($ps<0.001$)。

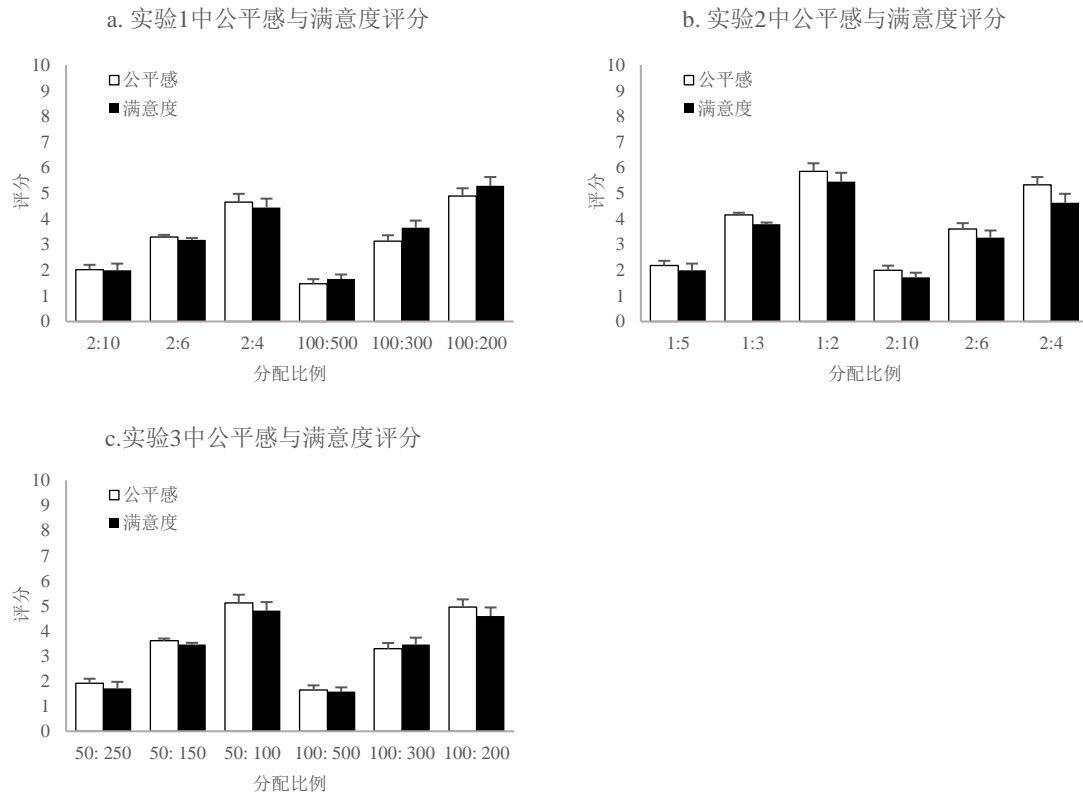


图3 正式实验中不同分配条件下的公平感和满意度评分（误差线为标准误）

对于满意度（图 3a），2（奖赏：大，小） \times 3（公平：高，中，低）重复测量方差分析结果表明，被试的满意度受到公平程度的显著影响($F(2,72) = 95.78, p < 0.001, \eta^2_p = 0.73$)，但受奖赏的影响并不显著($F(1,36) = 0.92, p = 0.344$)，二者的交互作用也不显著($F(2,72) = 3.81, p = 0.027$)。Bonferroni 事后检验的结果发现，各个公平程度间满意度的差异都显著，双方所得金钱比例越低，被试的满意度感越低($ps < 0.001$)。

以上结果说明，实验 1 对公平的操纵有效。

3.2.2 情景记忆成绩

不同分配条件下情景记忆成绩的平均值和标准差呈现在表 2 中。

表 2 实验 1 中不同条件下记忆成绩、信心判断和合作率的平均值（标准差）

条件	100:200	100:300	100:500	2:4	2:6	2:10
记忆成绩	0.55(0.20)	0.49(0.17)	0.35(0.18)	0.44(0.16)	0.52(0.14)	0.33(0.20)
信心判断	6.52(1.20)	5.98(1.27)	6.05(1.36)	6.12(1.36)	5.92(1.35)	6.00(1.22)
合作率(记忆正确)	0.68(0.23)	0.40(0.29)	0.26(0.23)	0.59(0.32)	0.47(0.22)	0.39(0.36)
合作率(记忆错误)	0.33(0.21)	0.40(0.17)	0.44(0.44)	0.37(0.25)	0.44(0.23)	0.44(0.16)

情景记忆以对分配情况的记忆的正确率为指标，由于奖赏为被试间变量，该指标实际对应的是被试对公平程度的记忆。奖赏和公平对情景记忆成绩的影响如图 4a 所示。使用 2（奖赏：大和小） \times 3（公平性：高、中、低）重复测量方差分析来考察公平和相对奖赏对情景记忆的影响，结果表明，公平的主效应显著($F(2, 72) = 10.33, p < 0.001, \eta^2_p = 0.22$)，被试对更高公平分配的情景记忆更好。奖赏的主效应($F(1, 36) = 0.86, p = 0.361$)以及二者的交互作用都不显著($F(2,72) = 1.46, p = 0.239$)。

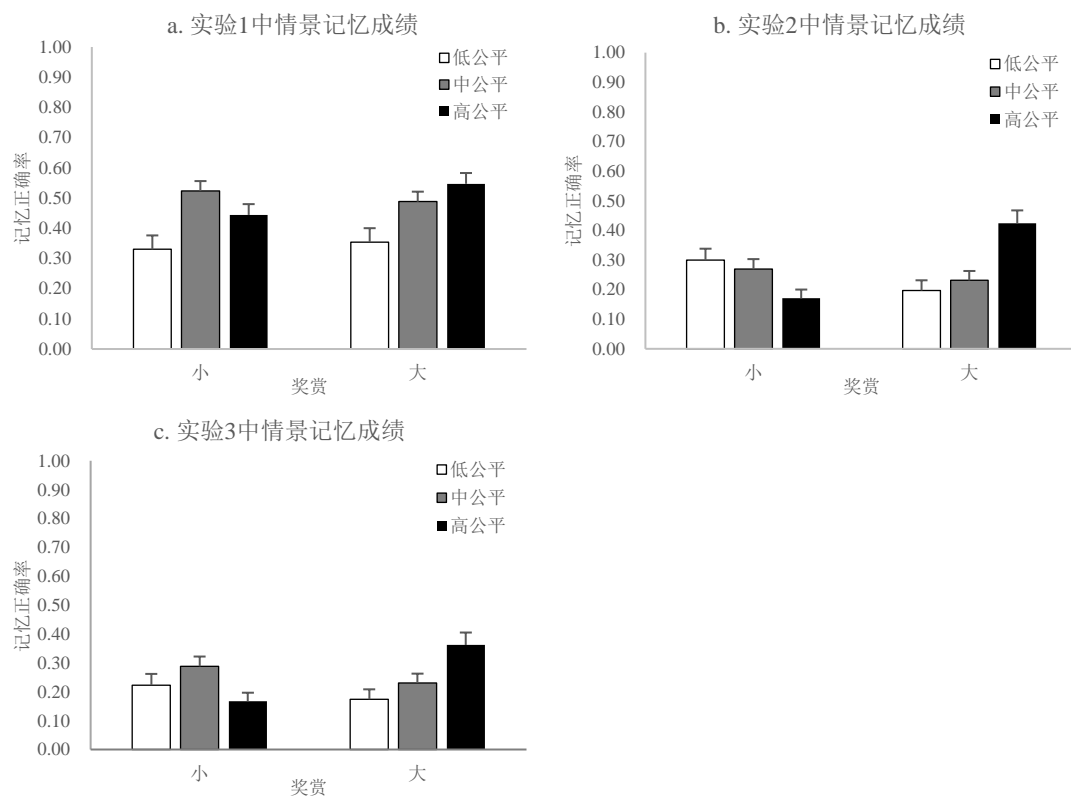


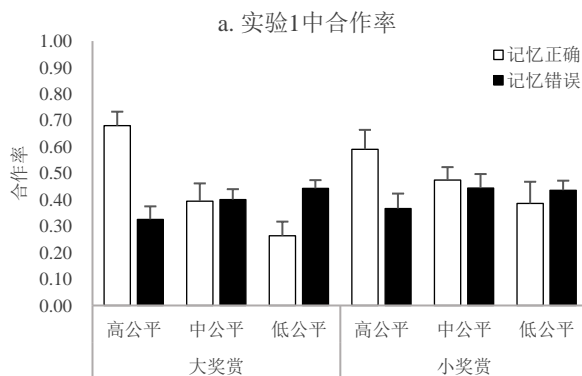
图 4 奖赏和公平对情景记忆成绩的影响（误差线为标准误）

3.2.3 信心判断

各个分配条件下的信心判断平均值和标准差如表 2 所示。通过 2（奖赏：大和小） \times 3（公平性：高、中、低）重复测量方差分析来考察公平和奖赏对信心的影响。公平的主效应显著($F(2, 72) = 4.31, p = 0.017, \eta_p^2 = 0.11$)，事后比较显示，高公平条件下的信心值显著高于中公平($p = 0.022$)并边缘显著地高于低公平 ($p = 0.085$)。奖赏的影响不显著($F(1, 36) = 0.193, p = 0.663$)，二者的交互作用不显著($F(2, 72) = 1.17, p = 0.316$)。

3.2.4 合作决策

各个分配条件下的合作率平均值和标准差如表 2 所示。为验证情景记忆是否是公平影响合作决策的基础，对合作率进行 3（公平：高，中，低） \times 2（情景记忆：正确或错误） \times 2（奖赏：大或小）重复测量方差分析。



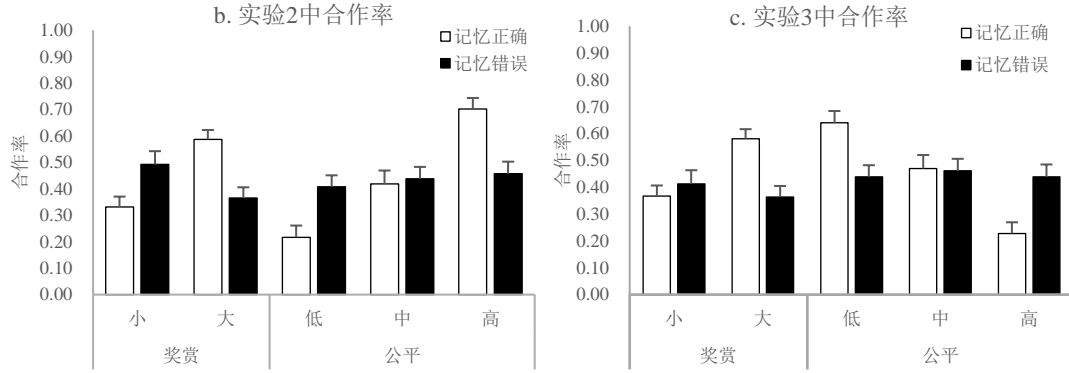


图 5 奖赏、公平基于情景记忆对合作决策的影响（误差线为标准误）

如图 5a 所示，方差分析结果显示，公平($F(2, 70) = 4.74, p = 0.012, \eta_p^2 = 0.12$)和情景记忆($F(1, 35) = 4.59, p = 0.039, \eta_p^2 = 0.12$)的主效应显著，二者交互作用显著($F(2, 70) = 13.17, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.27$)，简单效应分析结果显示，在记忆正确时，公平的影响显著($F(2, 72) = 12.16, p = 0.015, \eta_p^2 = 0.25$)，被试与高公平独裁者的合作率显著高于中公平($p = 0.007$)和低公平($p < 0.001$)独裁者。在记忆错误时，公平的影响也显著($F(2, 72) = 4.42, p = 0.015, \eta_p^2 = 0.11$)，但被试与中公平独裁者的合作率显著高于高公平独裁者($p = 0.021$)且边缘显著地低于低公平独裁者($p = 0.073$)。奖赏的主效应以及其他交互作用都不显著 ($ps > 0.280$)。

3.3 实验 1 结果讨论

实验 1 主要有两点发现：首先，当被试所获得的奖赏保持为恒定，不同独裁者的分配仅存在公平程度的差异时，个体对更高公平的分配经历的情景记忆效果会更好，这在大额和小额奖赏背景下一致；第二，在决策阶段，情景记忆帮助个体选择更公平的独裁者合作，这证实了情景记忆的适应性，且说明公平是社会合作中的重要原则。

实验 1 所发现的高公平促进了情景记忆的现象与前人结果完全相反(FeldmanHall et al., 2021; Murty et al., 2016)，这表明前人研究中的情景记忆的确可能受到了公平和奖赏的共同影响。为了探究奖赏如何调节公平对情景记忆的影响，实验 2 和 3 将考察公平和相对奖赏对情景记忆的交互影响，分别在绝对小额奖赏和绝对大额奖赏背景下进行。

4 实验 2 绝对小额奖赏背景下，公平和相对奖赏对情景记忆的影响

在绝对小额奖赏背景下，考察相对奖赏在公平对适应性情景记忆影响中的调节作用。

4.1 方法

采用 2（相对奖赏：大和小） \times 3（公平：高、中和低）被试内设计，相对大奖赏下共有 2: 4、2: 6 和 2: 10 这 3 种分配，相对小奖赏下共有 1: 2、1: 3 和 1: 5 这 3 种分配，每个条件下包含 8 个试次。除此之外，在学习阶段中额外设置 4 次公平分配作为公平的参考点，不被包含在后续阶段和数据分析中。

4.1.1 被试

使用 G*power 计算得到最低被试量为 21 人(重复测量被试内 F 检验, $f = 0.25, \alpha = 0.05$,

power = 0.85)。共招募了 33 名被试($M_{\text{age}} = 21.63$ 岁, $SD_{\text{age}} = 2.63$, 29 名女性)。敏感性分析结果显示, 这个样本量在 5% 的假阳性率下, 为重复测量方差提供了 85% 的效力来检测 $f = 0.19$ 或更大的效应量。所有被试在实验室中进行实验, 并获得约 15 元左右的报酬。

4.1.2 实验材料与流程

实验材料和流程都与实验 1 一致。

4.2 实验结果

4.2.1 公平感和满意度评分

以分配比例为自变量, 对公平感进行单因素方差分析。如图 3b 所示, 不同分配条件间的公平感的差异显著, $F(5,160) = 106.57, p < 0.001, \eta^2_p = 0.77$ 。Bonferroni 事后检验的结果发现, 1:2 和 2:4 间的差异不显著($p = 0.672$), 1:3 和 2:6 的差异不显著($p = 0.179$), 1:5 和 2:10 间的差异也不显著($p = 1.000$)。其他条件间的差异均达到了显著水平($ps < 0.001$), 且随着分配比例值的降低而逐渐降低。

对满意度也进行类似检验, 结果显示, 不同分配条件间的满意度的差异显著, $F(5,160) = 58.25, p < 0.001, \eta^2_p = 0.65$ 。Bonferroni 事后检验的结果发现, 1:2 和 2:4 间的差异不显著($p = 0.104$), 1:3 和 2:6 的差异不显著($p = 1.000$), 1:5 和 2:10 间的差异也不显著($p > 0.999$), 1:3 和 2:4 间的差异边缘显著($p = 0.064$)。其他条件间的差异均达到了显著水平($ps < 0.001$), 且随着分配比例值的降低而逐渐降低。

以上结果说明, 实验 2 对公平的操纵有效。

4.2.2 情景记忆成绩

不同分配条件下情景记忆成绩的平均值和标准差呈现在表 3 中。

表 3 实验 2 中不同条件下记忆成绩、信心判断和合作率的平均值 (标准差)

条件	1:2	1:3	1:5	2:4	2:6	2:10
记忆成绩	0.17(0.17)	0.27(0.20)	0.30(0.22)	0.42(0.25)	0.23(0.18)	0.20(0.20)
奖赏记忆成绩	0.55(0.23)	0.66(0.19)	0.63(0.21)	0.62(0.24)	0.54(0.28)	0.56(0.23)
公平记忆成绩	0.43(0.23)	0.40(0.22)	0.40(0.22)	0.52(0.26)	0.48(0.24)	0.39(0.27)
信心判断	5.03(1.51)	4.68(1.36)	5.04(1.52)	5.32(1.43)	4.81(1.51)	5.42(1.46)
合作率	0.52(0.31)	0.37(0.28)	0.27(0.20)	0.65(0.21)	0.48(0.26)	0.39(0.28)

对于情景记忆, 除了对具体分配情况的记忆正确率外, 还分别收集了对奖赏记忆的正确率 (例如将 1:5 回忆为 1:2), 以及对公平程度记忆的正确率 (例如将 1:5 回忆为 2:10)。分别以这 3 个指标为因变量, 使用 2 (相对奖赏: 大和小) \times 3 (公平性: 高、中、低) 重复测量方差分析来考察公平和相对奖赏对情景记忆的影响。

相对奖赏和公平对情景记忆正确率的影响如图 4b 所示。对于记忆正确率, 公平($F(2, 64) = 1.70, p = 0.192$)和相对奖赏($F(1, 32) = 2.06, p = 0.161$)的主效应都不显著, 但交互作用显著($F(2, 64) = 14.09, p < 0.001, \eta^2_p = 0.31$)。简单效应分析发现, 在小奖赏下, 公平的影响显著($F(2, 64) = 4.35, p = 0.017, \eta^2_p = 0.12$), 低公平分配引起了比高公平更好的记忆效果($p = 0.046$)。在大奖赏下, 公平的影响显著($F(2, 64) = 13.03, p < 0.001, \eta^2_p = 0.29$), 被试对高公

平分配的记忆成绩好于低公平和中公平($p_s < 0.001$)。

对于公平记忆, 公平的主效应($F(2, 64) = 1.58, p = 0.215$)以及公平与相对奖赏的交互效应($F(2, 64) = 1.03, p = 0.365$)都不显著。但相对奖赏的主效应边缘显著($F(1, 32) = 3.62, p = 0.066, \eta^2_p = 0.10$), 相对大奖赏分配下的公平记忆有超越相对小奖赏的趋势。

对于奖赏记忆, 公平($F(2, 64) = 0.13, p = 0.876$)和相对奖赏($F(1, 32) = 1.14, p = 0.294$)的主效应都不显著, 但二者的交互作用显著($F(2, 64) = 3.46, p = 0.037, \eta^2_p = 0.10$)。简单效应发现, 在相对小奖赏下, 公平的影响显著($F(2, 64) = 3.16, p = 0.049, \eta^2_p = 0.09$), 低公平分配有引起比中等公平更好的记忆效果的趋势($p = 0.053$)。但在相对大奖赏下, 公平的影响并不显著($F(2, 64) = 1.20, p = 0.308$)。

4.2.3 信心判断

各个分配条件下的信心判断平均值和标准差如表 3 所示。通过 2 (相对奖赏: 大和小) \times 3 (公平性: 高、中、低) 重复测量方差分析来考察公平和相对奖赏对信心的影响。各分配条件下的信心平均值和标准差如表 2 所示。公平的主效应显著($F(2, 64) = 6.48, p = 0.003, \eta^2_p = 0.17$), 事后比较显示, 中等公平条件下的信心判断值显著高于低公平($p = 0.005$)和高公平($p = 0.011$)。相对奖赏的影响边缘显著($F(1, 32) = 3.60, p = 0.067, \eta^2_p = 0.10$), 被试有在相对大奖赏分配下给出更高信心判断值的趋势。二者的交互作用不显著($F(2, 64) = 0.50, p = 0.607$)。

4.2.4 合作决策

各个分配条件下的合作率平均值和标准差如表 3 所示。在分析公平、相对奖赏和情景记忆(公平记忆和奖赏记忆)对合作率的影响时, 如果将全部 4 个自变量都纳入重复测量方差分析中, 由于多名被试在某些条件下回忆正确率为 0%, 方差分析的有效被试量会大幅减少(少于 20 人), 无法得到有效的分析结果。因此, 我们结合两种方法来进行分析。

首先, 分别针对奖赏和公平基于记忆对决策的影响, 进行 2 (相对奖赏: 大或小) \times 2 (奖赏记忆: 正确或错误) 和 3 (公平: 高、中或低) \times 2 (公平记忆: 正确或错误) 的两个重复测量方差分析(如图 5b 所示)。该方法虽然并未同时检验全部自变量的影响, 但能一定程度上直观地反映对奖赏和公平程度的记忆是否是二者促进决策的基础。

2 (相对奖赏: 大或小) \times 2 (奖赏记忆: 正确或错误) 重复测量方差分析结果表明, 奖赏记忆的主效应不显著($F(1, 32) = 0.93, p = 0.343$), 但相对奖赏的主效应显著($F(1, 32) = 4.27, p = 0.047, \eta^2_p = 0.12$), 被试对给予大奖赏分配的独裁者有更高的合作率。相对奖赏与奖赏记忆的交互作用显著($F(1, 32) = 24.51, p < 0.001, \eta^2_p = 0.43$)。简单效应分析结果显示, 在奖赏记忆正确时, 相对大奖赏分配的独裁者获得了更高的合作率($t = -5.15, p < 0.001, \text{Cohen's } d = -1.06, 95\% \text{CI} = [-0.39, -0.12]$)。相反, 在奖赏记忆错误时, 大小奖赏间的合作率差异并不显著($t = 2.55, p = 0.079, 95\% \text{CI} = [-0.01, 0.26]$)。

2 (公平: 高、中或低) \times 2 (公平记忆: 正确或错误) 重复测量方差分析结果表明, 公

平记忆的主效应不显著($F(1, 32) = 0.14, p = 0.713$), 但公平的主效应显著($F(2, 64) = 26.16, p < 0.001, \eta^2_p = 0.45$), 被试对给予高公平分配的独裁者有更高的合作率。公平与公平记忆的交互作用显著($F(2, 64) = 15.61, p < 0.001, \eta^2_p = 0.33$)。简单效应分析的结果显示, 在公平记忆正确时, 公平的影响显著($F(2, 64) = 28.20, p < 0.001, \eta^2_p = 0.47$), 被试与高公平独裁者的合作率高于中公平独裁者($p < 0.001$), 与中公平独裁者的合作率高于低公平独裁者($p < 0.001$)。相反, 在公平记忆错误时, 高低公平间的合作率差异并不显著($F(2, 64) = 0.76, p = 0.473$)。

第二, 采用混合效应线性回归分析, 利用 R 软件中的 nlme 包中的 lme 函数, 将公平、相对奖赏、公平记忆和奖赏记忆都作为预测变量, 以被试作为随机截距项, 以同时检验全部自变量的影响。采用基于贝叶斯信息准则(BIC)的模型选择方法来确定 BIC 值最低的模型。混合线性模型的分析结果呈现在表 4 中。当模型仅包含奖赏和奖赏记忆的交互项, 以及公平和公平记忆的交互项时, 它表现出最佳拟合度, BIC 值为 18.59。为了进一步研究这些复杂的交互作用, 对交互项分别进行简单效应分析。

根据奖赏记忆准确性的阈值 0.5 将数据拆分为两个亚集。分析结果显示, 当奖赏记忆准确性较低时, 相对奖赏对合作率的影响不显著($B = -0.05, Std = 0.05, t = -1.00, p = 0.325, 95\%CI = [-0.14, 0.05]$)。然而, 当奖赏记忆准确性较高时, 奖赏的升高会显著提高被试的合作率($B = 0.23, Std = 0.05, t = 5.19, p < 0.001, 95\%CI = [0.14, 0.32]$)。

类似地, 根据公平性记忆准确性的阈值 0.5 将数据拆分为两个亚集, 以阐明公平和公平记忆之间的交互作用。结果显示, 当公平记忆准确性较低时, 公平的影响不显著(低公平: $B = -0.06, Std = 0.05, t = -1.26, p = 0.211, 95\%CI = [-0.15, 0.04]$; 中公平: $B = -0.003, Std = 0.05, t = -0.06, p = 0.951, 95\%CI = [-0.10, 0.09]$)。相反, 当公平记忆准确性较高时, 公平程度的升高会显著提高被试的合作率(低公平: $B = -0.49, Std = 0.06, t = -8.26, p < 0.001, 95\%CI = [-0.61, -0.37]$; 中公平: $B = -0.32, Std = 0.06, t = -5.87, p < 0.001, 95\%CI = [-0.43, -0.21]$)。

表 4. 实验 2 中对合作率进行的混合线性模型结果

	<i>B</i>	<i>Std</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	95%CI
intercept	0.26	0.05	5.39	< 0.001	[0.17, 0.36]
相对奖赏: 奖赏记忆	0.14	0.03	4.35	< 0.001	[0.08, 0.21]
高公平: 公平记忆	0.46	0.07	6.42	< 0.001	[0.32, 0.60]
中公平: 公平记忆	0.10	0.08	1.25	0.213	[-0.06, 0.25]
低公平: 公平记忆	-0.20	0.08	-2.41	0.017	[-0.36, -0.04]

4.3 实验 2 结果讨论

实验 2 得到了如下两个主要发现。首先, 在情景记忆形成中, 相对奖赏会调节公平的影响方向, 在相对更小的奖赏条件下, 个体对低公平分配的记忆更好, 这与前人研究中的结果一致(FeldmanHall et al., 2021; Murty et al., 2016); 相反, 当相对更大的奖赏下, 高公平分配引起了更好的记忆效果。这一结果主要体现在对分配的整体情景记忆以及奖赏记忆中, 在公平记忆中并不明显。其次, 决策阶段的结果仍然证实了情景记忆的适应性, 且说明公平和奖赏都是社会合作中的重要原则。

5 实验 3 绝对大额奖赏背景下，公平和相对奖赏对情景记忆的影响

在绝对大额奖赏背景下，考察相对奖赏在公平对适应性情景记忆影响中的调节作用。

5.1 方法

采用 2(相对奖赏：大和小)×3(公平：高、中和低)被试内设计，相对大奖赏下共有 100:200，100:300 和 100:500 这 3 种分配，相对小奖赏下共有 50:100，50:150 和 50:250 这 3 种分配，每个条件下包含 8 个试次。除此之外，在学习阶段中额外设置 4 次公平分配作为公平的参考点，不被包含在后续阶段和数据分析中。

5.1.1 被试

使用 G*power 计算得到最低被试量为 21 人(重复测量被试内 F 检验, $f=0.25$, $\alpha=0.05$, power = 0.85)。共招募了 35 名被试，剔除了没有正确理解决策阶段指导语的 2 名被试后，保留有效被试 33 名($M_{age}=21.19$ 岁, $SD_{age}=2.24$, 29 名女性)。为通过敏感性分析计算该样本量最小可检测的效应量，结果显示，这个样本量在 5% 的假阳性率下，为重复测量方差提供了 85% 的效力来检测 $f=0.19$ 或更大的效应量。所有被试在实验室中进行实验，并获得约 15 元左右的报酬。

5.1.2 实验材料与流程

实验材料和流程与实验 1 一致。

5.2 实验结果

5.2.1 公平感和满意度评分

以分配比例为自变量，对公平感进行单因素方差分析。如图 3c 所示，不同分配条件间的公平感的差异显著, $F(5,160)=66.32$, $p<0.001$, $\eta^2_p=0.68$ 。Bonferroni 事后检验的结果发现, 50:100 和 100:200 间的差异不显著($p>0.999$), 50:150 和 100:300 的差异不显著($p>0.999$), 50:250 和 100:500 间的差异也不显著($p>0.999$)。其他条件间的差异均达到了显著水平($ps<0.001$)，且随着分配比例值的降低而逐渐降低。

对满意度也进行类似检验，结果显示，不同分配条件间的满意度的差异显著, $F(5,160)=60.36$, $p<0.001$, $\eta^2_p=0.65$ 。Bonferroni 事后检验的结果发现, 50:100 和 100:200 间的差异不显著($p>0.999$), 50:150 和 100:300 的差异不显著($p>0.999$), 50:250 和 100:500 间的差异也不显著($p>0.999$)。其他条件间的差异均达到了显著水平($ps<0.001$)，且随着分配比例值的降低而逐渐降低。

以上结果说明，实验 3 对公平的操纵有效。

5.2.2 情景记忆成绩

不同分配条件下情景记忆成绩的平均值和标准差呈现在表 5 中。

表 5 实验 3 中不同条件下记忆成绩、信心判断和合作率的平均值（标准差）

条件	50:100	50:150	50:250	100:200	100:300	100:500
记忆成绩	0.17(0.13)	0.29(0.13)	0.22(0.16)	0.33(0.20)	0.23(0.17)	0.17(0.16)

奖赏记忆成绩	0.57(0.23)	0.54(0.19)	0.33(0.20)	0.56(0.18)	0.49(0.19)	0.54(0.20)
公平记忆成绩	0.39(0.20)	0.46(0.16)	0.34(0.20)	0.43(0.21)	0.43(0.19)	0.38(0.23)
信心判断	4.09(1.34)	4.03(1.35)	4.17(1.42)	4.62(1.58)	4.02(1.41)	4.58(1.65)
合作率	0.44(0.27)	0.41(0.26)	0.32(0.22)	0.59(0.24)	0.49(0.24)	0.36(0.21)

与实验 2 相同，计算了情景记忆的 3 个指标：记忆正确率，奖赏记忆和公平记忆，对它们分别进行 2（相对奖赏：大和小） \times 3（公平性：高、中、低）重复测量方差分析。

奖赏和公平对情景记忆正确率的影响如图 4c 所示。方差分析结果显示，对于记忆正确率，公平($F(2, 64) = 2.68, p = 0.076, \eta^2_p = 0.08$)和相对奖赏($F(1, 32) = 0.53, p = 0.474$)的主效应都不显著，但交互作用显著($F(2, 64) = 10.15, p < 0.001, \eta^2_p = 0.24$)。简单效应分析发现，在相对小奖赏下，公平的影响显著($F(2, 64) = 6.62, p = 0.002, \eta^2_p = 0.17$)，中公平分配引起了比高公平更好的记忆效果($p = 0.001$)。在相对大奖赏下，公平的影响显著($F(2, 64) = 6.22, p = 0.003, \eta^2_p = 0.16$)，被试对高公平分配的记忆成绩好于低公平和中公平($ps = 0.003$)。

对于公平记忆，公平($F(2, 64) = 2.56, p = 0.085$)以及相对奖赏($F(2, 64) = 0.51, p = 0.482$)的主效应都不显著，二者的交互作用也不显著($F(1, 32) = 0.82, p = 0.444$)。

对于奖赏记忆，公平($F(2, 64) = 0.12, p = 0.890$)以及相对奖赏($F(2, 64) = 0.14, p = 0.710$)的主效应都不显著，二者的交互作用也不显著($F(1, 32) = 1.46, p = 0.240$)。

5.2.3 信心判断

各个分配条件下的信心判断平均值和标准差如表 5 所示。通过 2（相对奖赏：大和小） \times 3（公平：高、中、低）重复测量方差分析来考察公平和奖赏对信心的影响。相对奖赏的主效应显著($F(1, 32) = 8.68, p = 0.006, \eta^2_p = 0.21$)，被试在回忆大奖赏分配时有更高的信心。公平的影响不显著($F(2, 64) = 2.43, p = 0.096$)。二者的交互作用边缘显著($F(2, 64) = 2.875, p = 0.064, \eta^2_p = 0.08$)，简单效应分析结果显示，小奖赏下，公平的影响不显著($F(2, 64) = 0.29, p = 0.747$)，大奖赏下公平的的影响显著($F(2, 64) = 3.78, p = 0.028, \eta^2_p = 0.11$)，高公平($p = 0.050$)和低公平($p = 0.047$)下的信心比中等公平下更高。

5.2.4 合作决策

各个分配条件下的合作率平均值和标准差如表 5 所示。奖赏、公平基于情景记忆对合作决策的影响如图 5c 所示。与实验 2 相同，首先进行两个方差分析，再进行包含全部自变量的混合效应线性回归。

2（相对奖赏：大或小） \times 2（奖赏记忆：正确或错误）重复测量方差分析结果表明，奖赏记忆的主效应不显著($F(1, 32) = 9.01, p = 0.005, \eta^2_p = 0.22$)，但相对奖赏的主效应显著($F(1, 32) = 5.03, p = 0.032, \eta^2_p = 0.14$)，被试对给予大奖赏分配的独裁者有更高的合作率。相对奖赏与奖赏记忆的交互作用显著($F(1, 32) = 4.94, p = 0.034, \eta^2_p = 0.13$)。简单效应分析结果显示，在奖赏记忆正确时，大奖赏分配的独裁者获得了更高的合作率($t(32) = -2.59, p = 0.014, \text{Cohen's } d = -0.45, 95\% \text{CI} = [-0.81, -0.09]$)。相反，在奖赏记忆错误时，大小奖赏间的合作率差异并不显著($t(32) = 0.76, p = 0.452, 95\% \text{CI} = [-0.21, 0.47]$)。

2（公平：高、中或低） \times 2（公平记忆：正确或错误）重复测量方差分析结果表明，公

平记忆的主效应不显著($F(1, 32) = 0.25, p = 0.619$), 但公平的主效应显著($F(2, 64) = 13.30, p < 0.001, \eta^2_p = 0.30$), 被试对给予高公平分配的独裁者有更高的合作率。公平与公平记忆的交互作用显著($F(2, 64) = 21.11, p < 0.001, \eta^2_p = 0.40$)。简单效应分析的结果显示, 在公平记忆正确时, 公平的影响显著($F(2, 64) = 28.18, p < 0.001, \eta^2_p = 0.47$), 被试与高公平($p < 0.001$)和中公平($p = 0.039$)独裁者的合作率高于低公平独裁者, 与中公平独裁者的合作率高于低公平独裁者($p < 0.001$)。相反, 在公平记忆错误时, 高低公平间的合作率差异并不显著($F(2, 64) = 0.20, p = 0.823$)。

混合线性模型的分析结果呈现在表 6 中。当模型仅包含相对奖赏和奖赏记忆的交互项, 以及公平和公平记忆的交互项时, 它表现出最佳拟合度, BIC 值为 11.78。对相对奖赏和奖赏记忆的交互项的简单效应分析结果显示, 当奖赏记忆准确性较低时, 相对奖赏对合作率的影响不显著($B = 0.001, Std = 0.001, t = 1.04, p = 0.301, 95\%CI = [-0.001, 0.002]$); 然而, 当奖赏记忆准确性较高时, 相对奖赏的升高会显著提高被试的合作率($B = 0.002, Std = 0.001, t = 2.81, p = 0.007, 95\%CI = [0.001, 0.004]$)。对公平和公平记忆的交互项的简单效应结果显示, 当公平记忆准确性较低时, 公平的影响不显著(低公平: $B = -0.10, Std = 0.05, t = -1.85, p = 0.068, 95\%CI = [-0.20, 0.01]$; 中公平: $B = 0.01, Std = 0.06, t = 0.13, p = 0.897, 95\%CI = [-0.11, 0.12]$); 相反, 当公平记忆准确性较高时, 公平程度的升高会显著提高被试的合作率(低公平: $B = -0.28, Std = 0.06, t = -4.68, p < 0.001, 95\%CI = [-0.41, -0.16]$; 中公平: $B = -0.12, Std = 0.05, t = -2.29, p = 0.026, 95\%CI = [-0.23, -0.02]$)。

表 6. 实验 3 中对合作率进行的混合线性模型结果

	<i>B</i>	<i>Std</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	95%CI
intercept	0.33	0.05	6.54	< 0.001	[0.23, 0.43]
相对奖赏: 奖赏记忆	0.003	0.001	3.54	< 0.001	[0.001, 0.004]
高公平: 公平记忆	0.20	0.09	2.11	0.036	[0.01, 0.38]
中公平: 公平记忆	0.001	0.09	0.01	0.992	[-0.18, 0.18]
低公平: 公平记忆	-0.31	0.10	-3.10	0.002	[-0.51, -0.12]

5.2.5 实验 3 与实验 2 中情景记忆成绩的综合分析

实验 2 和 3 均发现相对奖赏与公平对情景记忆成绩存在交互影响, 但对比两个简单效应分析结果可知, 相对小奖赏下公平的影响在两实验间存在差异。为了考察绝对奖赏大小是否会改变相对奖赏的调节作用, 综合两个实验的结果, 对于情景记忆记忆成绩, 分别进行 2 (绝对奖赏: 大和小) \times 2 (相对奖赏: 大和小) \times 3 (公平性: 高、中、低) 重复测量方差分析, 其中绝对奖赏为被试间变量。结果显示, 绝对奖赏公平($F(1, 64) = 0.08, p = 0.773$)和相对奖赏($F(1, 64) = 2.37, p = 0.129$)的主效应都不显著, 公平($F(2, 128) = 2.87, p = 0.060, \eta^2_p = 0.04$)的影响边缘显著, 但相对奖赏与公平的交互作用显著($F(2, 128) = 24.18, p < 0.001, \eta^2_p = 0.27$), 没有其他交互作用达到显著水平($ps > 0.290$)。简单效应分析发现, 在相对小奖赏下, 公平的影响显著($F(2, 130) = 8.68, p < 0.001, \eta^2_p = 0.11$), 中公平($p < 0.001$)和低公平($p = 0.010$)分配引起了比高公平更好的记忆效果。在相对大奖赏下, 公平的影响显著($F(2, 130) = 18.59, p < 0.001, \eta^2_p = 0.22$), 被试对高公平分配的记忆成绩好于低公平和中公平(ps

< 0.001)。

5.3 实验 3 结果讨论

总体而言，实验 3 基本复制了实验 2 的结果。首先，在情景记忆形成中，相对奖赏调节了公平的影响方向，当奖赏相对较大时，最高公平的分配引起了更好的记忆效果；当奖赏相对较小时，更高公平分配的记忆效果反而更差。其次，决策阶段的结果仍然证实了情景记忆的适应性。结合对两个实验中情景记忆成绩的综合分析结果，我们认为，相对奖赏在公平对情景记忆的影响中的调节作用是稳定存在的，而绝对奖赏的大小并无此作用，且并不会改变相对奖赏的调节作用。

6 总讨论

通过 1 个预实验与 3 个正式实验，本研究考察了公平对适应性情景记忆的影响以及奖赏在其中的调节作用。实验 1 的结果表明，当奖赏保持为恒定，不同独裁者的分配仅存在公平程度的差异时，高公平分配引起了更好的情景记忆效果。实验 2 和 3 的结果体现了相对奖赏在公平对情景记忆的影响中稳定的调节作用，个体在相对小奖赏下表现出对低公平分配的记忆偏好，在相对大奖赏下表现出对高公平分配的记忆偏好，而绝对奖赏并无类似作用，且并不会改变相对奖赏的调节作用。此外，所有实验均有力地验证了情景记忆的适应性，即个体能够依据过往合作经历中的情景记忆来指导未来决策行为，使之更加有利于自身。

6.1 具有适应性的情景记忆是社会决策的重要基础

在多层次的社会合作框架内，情景记忆是以往经历中的公平信息影响后续决策的重要桥梁(Biderman et al., 2020)，这是其社会行为中的适应性功能的体现。通过结合重复测量方差分析和混合线性回归两种方法，3 个实验的结果都表明，正确的情景记忆有助于个体选择更公平或更高奖赏的合作对象，从而保障自身利益或遵循社会规范。这与人研究中的行为结果一致(FeldmanHall et al., 2021; Kroneisen & Bell, 2022; Murty et al., 2016; Schaper et al., 2019)。且其中的脑成像研究结果显示，在适应性（与公平独裁者合作）与非适应性（与不公平独裁者合作）决策间，存在着右侧海马激活模式的显著差异，更加强调了具有适应性的情景记忆是社会决策的重要基础(FeldmanHall et al., 2021)。这些结果也共同凸显了深入探究社会情境中情景记忆的形成机制的重要性。

6.2 相对奖赏调节公平对情景记忆的影响方向

虽然“不患寡而患不均”这句古语强调了人们对公平违背的高度关注，但本研究揭示了情景记忆中公平影响的复杂性及其与奖赏因素的微妙互动。一方面，在将奖赏的影响完全剥离，使得不同分配间仅存在公平程度的差异后（实验 1），人们并未对公平违背程度更大的经历有更好的记忆优势，反而更高公平的分配可能留下更深刻的印象，说明对高公平的趋近动机增强了情景记忆。这一发现与先前研究(FeldmanHall et al., 2021; Murty et al., 2016)中观察到的低公平记忆增强现象相悖，可能是因为先前研究未能充分剥离奖赏的潜在影响，进而

模糊了公平的独立效应。进一步地,实验2和3的结果揭示了当公平与奖赏并存时,趋近高公平和回避低公平的动机均能有效增强情景记忆,且相对的奖赏大小在其中起到调节作用。具体而言,前人所发现的个体对低公平经历的记忆偏好(FeldmanHall et al., 2021; Murty et al., 2016)仅存在于相对小奖赏条件下,而在相对大奖赏条件下,个体偏好记忆更高公平程度的经历。在社会性情景记忆的形成中,前人研究发现了社会性因素间能够互相调节,如对伙伴行为的预期能够调节个体对伙伴行为(合作或背叛)的记忆偏向(Barclay, 2008; Kroneisen et al., 2015)。而本研究在对公平规则的关注中进一步强调了非社会性因素(相对奖赏)在社会性因素(公平)对记忆影响中的重要调节作用。

从动机理论视角出发,趋近与回避动机(Elliot, 2006)为解释上述现象提供了有力框架。高奖赏与高公平作为激发趋近动机的要素,可能共同驱动个体寻求利益最大化和社会规则遵从(da Silva Castanheira et al., 2021);而出于对利益损失和社会规则违背的厌恶(Lee et al., 2022; Liu et al., 2017; Wabnegger et al., 2022),低奖赏与低公平则可能触发回避动机。动机的导向性使得个体在复杂情境中优先处理与当前动机状态相一致的刺激(Goetz et al., 2008),因而个体可能增强对动机相似刺激的加工,甚至抑制对动机相反刺激的加工。如近期失恋的人可能会更容易注意到消极的爱情图片,甚至抑制对积极的浪漫爱情图片的注意(Zhang et al., 2023),而由奖赏引发的趋近动机有助于个体在面对负面情境时调节情绪从而改善消极体验(李含笑等, 2019),且高奖赏可能会使人们在社交活动中对同伴产生夸大的、积极的印象偏差(Babuer et al., 2024; Hackel & Zaki, 2018)。更相关的证据是,在涉及公平的情境中,低公平和利益损失引起的回避动机能够彼此增强,导致个体在后续决策中更加厌恶损失(Liu et al., 2017),或增加对不公平分配的拒绝率(Yang et al., 2022)。因此在奖赏与公平动机一致时,二者能够相互增强,这可能是相对奖赏在公平对情景记忆的影响中起到调节作用的主要原因。

在本研究中,我们明确揭示了奖赏的相对大小在调节公平对情景记忆的影响方面起着关键作用,且这一效应在不同绝对奖赏水平下保持一致,但绝对奖赏则未能展现出类似的调节作用。这与前人所发现的二者在认知转换(Otto & Vassena, 2021)和评价任务(Zhao, 2023)等中产生了差异性影响的研究结果相契合,进一步拓展了其在情景记忆领域的适用性。这可能意味着,个体对奖赏额度的认知和评价主要受到当前场景中的奖赏序列的影响,而非生活经验。

6.3 研究局限与展望

本研究仍存在一些局限。首先,由于人们在生活中所感受的不公平通常发生在自己处于不平等中的不利地位时,因此本研究仅包含了对被试不利的不公平条件。但对被试有利的不公平条件也会引起不公平感,有利和不利的 unfair 所引起的情绪和决策行为间可能存在差异(尤婷婷等, 2023)。因此未来的研究可以同时考察和比较有利和不利不公平对情景记忆的影响。其次,本研究仅提供了行为层面的证据,发现了相对奖赏在公平对情景记忆影响中的调节作用,并将这一作用的产生归因于奖赏和公平所引起动机间的互相作用,但这一推论尚缺乏有力的证据作为支撑,未来的研究可以通过 fMRI 等脑成像技术深入揭示情景记忆编码

中奖赏与公平的加工过程，及其对记忆相关脑区的动态影响过程。最后，在数据采集方面，虽然我们通过实时监督的方式尽量确保了线上被试的认真程度，但线上与线下混合的采集形式仍然可能会导致被试参与状态的差异，未来研究可以进一步探讨不同采集形式对实验结果的具体影响。

7 结论

- (1) 趋近高公平和回避低公平的动机均可能有效增强情景记忆；
- (2) 相对奖赏的大小调节了公平对情景记忆的影响，被试对大奖赏下的高公平分配以及小奖赏下的低公平分配有更好的记忆效果，这揭示了公平与奖赏在所激发的动机方向一致时（均为趋近或均为回避）显著的互相增强作用。而绝对奖赏则未展现出类似的作用；
- (3) 公平和奖赏都能够通过情景记忆来促进后续合作决策，验证了情景记忆在社会行为中的适应性功能。

参考文献

- Babuer, B. G., Leong, Y. C., Pan, C. X., Hackel, L. M., & Sejnowski, T. J. (2024). Neural responses to social rejection reflect dissociable learning about relational value and reward. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 121(49), e2400022121. <https://doi.org/10.1073/pnas.2400022121>
- Barclay, P. (2008). Enhanced recognition of defectors depends on their rarity. *Cognition*, 107(3), 817–828. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2007.11.013>
- Bell, R., Schain, C., & Echterhoff, G. (2014). How selfish is memory for cheaters? Evidence for moral and egoistic biases. *Cognition*, 132(3), 437–442. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2014.05.001>
- Bideman, N., Bakkour, A., & Shohamy, D. (2020). What Are Memories For? The Hippocampus Bridges Past Experience with Future Decisions. *Trends in Cognitive Sciences*, 24(7), 542–556. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2020.04.004>
- da Silva Castanheira, K., Lalla, A., Ocampo, K., Otto, A. R., & Sheldon, S. (2021). Reward at encoding but not retrieval modulates memory for detailed events. *Cognition*, 219, 104957. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2021.104957>
- Elliot, A. J. (2006). The hierarchical model of approach-avoidance motivation. *Motivation and Emotion*, 30(2), 111–116. <https://doi.org/10.1007/s11031-006-9028-7>
- FeldmanHall, O., Montez, D. F., Phelps, E. A., Davachi, L., & Murty, V. P. (2021). Hippocampus Guides Adaptive Learning during Dynamic Social Interactions. *Journal of Neuroscience*, 41(6), 1340–1348. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.0873-20.2020>
- Fliessbach, K., Weber, B., Trautner, P., Dohmen, T., Sunde, U., Elger, C. E., & Falk, A. (2007). Social comparison affects reward-related brain activity in the human ventral striatum. *Science*, 318(5854), 1305–1308. <https://doi.org/10.1126/science.1145876>
- Goetz, P. W., Robinson, M. D., & Meier, B. P. (2008). Attentional training of the appetitive motivation system: Effects on sensation seeking preferences and reward-based behavior. *Motivation and Emotion*, 32(2), 120–126. <https://doi.org/10.1007/s11031-008-9091-3>
- Grabenhorst, F., & Rolls, E. T. (2009). Different representations of relative and absolute subjective value in the human brain. *Neuroimage*, 48(1), 258–268. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.06.045>
- Hackel, L. M., & Zaki, J. (2018). Propagation of Economic Inequality Through Reciprocity and Reputation. *Psychological Science*, 29(4), 604–613. <https://doi.org/10.1177/0956797617741720>
- Hu, X., & Mai, X. (2021). Social value orientation modulates fairness processing during social decision-making: evidence from behavior and brain potentials. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 16(7), 670–682. <https://doi.org/10.1093/scan/nsab032>
- Jang, A. I., Nassar, M. R., Dillon, D. G., & Frank, M. J. (2019). Positive reward prediction errors during decision-making strengthen memory encoding. *Nature Human Behaviour*, 3(7), 719–732. <https://doi.org/10.1038/s41562-019-0597-3>

- Kadwe, P. P., Sklenar, A. M., Frankenstein, A. N., Levy, P. U., & Leshikar, E. D. (2022). The influence of memory on approach and avoidance decisions: Investigating the role of episodic memory in social decision making. *Cognition*, 225, 105072. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2022.105072>
- Kroneisen, M., & Bell, R. (2022). Memory as a cognitive requirement for reciprocal cooperation. *Current Opinion in Psychology*, 43, 271–277. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2021.08.008>
- Kroneisen, M., Bott, F. M., & Mayer, M. (2021). Remembering the bad ones: Does the source memory advantage for cheaters influence our later actions positively? *Q J Exp Psychol (Hove)*, 74(10), 1669–1685. <https://doi.org/10.1177/17470218211007822>
- Kroneisen, M., Woehe, L., & Rausch, L. S. (2015). Expectancy effects in source memory: how moving to a bad neighborhood can change your memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 22(1), 179–189. <https://doi.org/10.3758/s13423-014-0655-9>
- Lee, D., Lee, J. E., Lee, J., Kim, C., & Jung, Y.-C. (2022). Insular activation and functional connectivity in firefighters with post-traumatic stress disorder. *Bjpsych Open*, 8(2), e69. <https://doi.org/10.1192/bjo.2022.32>
- Lempert, K. M., Cohen, M. S., MacNear, K. A., Reckers, F. M., Zaneski, L., Wolk, D. A., & Kable, J. W. (2022). Aging is associated with maladaptive episodic memory-guided social decision-making. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 119(42), e2208681119. <https://doi.org/10.1073/pnas.2208681119>
- Liu, H.-H., Hwang, Y.-D., Hsieh, M. H., Hsu, Y.-F., & Lai, W.-S. (2017). Misfortune may be a blessing in disguise: Fairness perception and emotion modulate decision making. *Psychophysiology*, 54(8), 1163–1179. <https://doi.org/10.1111/psyp.12870>
- Murty, V. P., FeldmanHall, O., Hunter, L. E., Phelps, E. A., & Davachi, L. (2016). Episodic memories predict adaptive value-based decision-making. *J Exp Psychol Gen*, 145(5), 548–558. <https://doi.org/10.1037/xge0000158>
- Otto, A. R., & Vassena, E. (2021). It's All Relative: Reward-Induced Cognitive Control Modulation Depends on Context. *Journal of Experimental Psychology-General*, 150(2), 306–313. <https://doi.org/10.1037/xge0000842>
- Schaper, M. L., Horn, S. S., Bayen, U. J., Buchner, A., & Bell, R. (2022). Adaptive Prospective Memory for Faces of Cheaters and Cooperators. *Journal of Experimental Psychology-General*, 151(6), 1358–1376. <https://doi.org/10.1037/xge0001128>
- Schaper, M. L., Mieth, L., & Bell, R. (2019). Adaptive memory: Source memory is positively associated with adaptive social decision making. *Cognition*, 186, 7–14. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2019.01.014>
- Villasenor, J. J., Sklenar, A. M., Frankenstein, A. N., Levy, P. U., McCurdy, M. P., & Leshikar, E. D. (2021). Value-directed memory effects on item and context memory. *Memory & Cognition*, 49(6), 1082–1100. <https://doi.org/10.3758/s13421-021-01153-6>
- Wabnegger, A., Schlintl, C., & Schienle, A. (2022). The association between local brain structure and disgust propensity. *Scientific Reports*, 12(1), 1327. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05407-4>
- Wei, Z. Y., Zhao, Z. Y., & Zheng, Y. (2017). The Neural Basis of Social Influence in a Dictator Decision. *Frontiers in psychology*, 8, 2134. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.02134>
- Wischniewski, M., & Schutter, D. J. L. G. (2018). Dissociating absolute and relative reward- and punishment-related electrocortical processing: An event-related potential study. *International Journal of Psychophysiology*, 126, 13–19. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2018.02.010>
- Yang, Z., Zheng, Y., Wang, C., Lai, X., Hu, K., Li, Q., & Liu, X. (2022). Fairness decision-making of opportunity equity in gain and loss contexts. *Journal of Experimental Social Psychology*, 98, 104243. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2021.104243>
- Zhang, Y., Wang, Z., Luo, N., Wang, X., & Li, X. (2023). Influence of experience of love-relatedness on attentional bias of love-related stimuli: Approach or avoidance? *Psychological Development and Education*, 39(01), 12–20. <https://doi.org/10.16187/j.cnki.issn1001-4918.2023.01.02>
- Zhao, Q. (2023). The superior psychological impact of absolute (vs. relative) standing feedback does not depend on the reward criterion. *Social Psychology of Education*, 26(2), 473–484. <https://doi.org/10.1007/s11218-023-09758-2>
- 李含笑, 龙泉杉, 陈安涛, 李晴. (2019). 奖赏动机对情绪调节的影响. *生理学报*, 71(04), 562–574. doi:10.13294/j.aps.2019.0044.
- [Li, H., Long, Q., Chen, A., & Li, Q. (2019). The influence of reward motivation on emotion regulation. *Acta Physiologica Sinica*, 71 (4): 562–574.]
- 尤婷婷, 张利平, 祁国梅, 龙长权. (2023). 机会公平在早期加工阶段影响个体实际结果的评价. *心理学报*, 55(12), 1997–2012. doi:10.3724/SP.J.1041.2023.01997
- [You, T., Zhang, L., Qi G., & Long, C. (2023). Opportunity (in)equity affects outcome evaluation at an early cognitive stage. *Acta Psychologica Sinica*, 55(12), 1997–2012.]
- 吴小燕, 付洪宇, 张腾飞, 鲍东琪, 胡捷, 朱睿达, 封春亮, 古若雷, 刘超. (2024). 共赢促进合作的认知计算

- 机制：互惠中积极期望与社会奖赏的作用。《心理学报》，56(9)，1299–1312。
doi:10.3724/SP.J.1041.2024.01299
- [Wu, X., Fu, H., Zhang, T., Bao, D., Hu, J., Zhu, R., Feng, C., Gu, R., & Liu, C. (2024). A cognitive computational mechanism for mutual cooperation: The roles of positive expectation and social reward. *Acta Psychologica Sinica*, 56(9), 1299–1312.]
- 钟玉璇, 姜英杰. (2024). 价值影响记忆的作用机制：基于特异性视角。《心理科学进展》，32(1)，75–84。
doi:10.3724/SP.J.1042.2024.00075
- [Zhong, Y., & Jiang Y. (2024). How does value influences memory: A perspective from specificity. *Advances in Psychological Science*, 32(1), 75–84.]

The Influence of Fairness on Adaptive Episodic Memory: the Moderating Role of Relative Reward

LONG Yiting¹ JIANG Yingjie¹ YUAN Yuan² ZHANG Xiaojin¹ CONG Peiyao² GUO Yanlin¹

(1. School of Psychology, Northeast Normal University, Changchun 130024, China)

Abstract

Episodic memory is of great significance due to its adaptability, as it allows individuals to employ fair information from past experiences to guide current decisions. However, although some studies have explored the impact of fairness on episodic memory using the dictator game paradigm, there is still no academic consensus on individual episodic memory biases. Specifically, it remains unclear whether lower or higher fair allocations are more likely to be remembered. Moreover, an often - overlooked issue is that, despite the high correlation and correspondence between fairness and reward in experiments, most existing studies have not fully considered or controlled the potential influence of rewards on memory.

Consequently, with the aim of delving into the influence of fairness on episodic memory and the moderating effect of rewards therein, this research employed the dictator game paradigm. The degree of fairness was manipulated by varying the ratio of the two parties' payoffs, and three formal experiments were carried out. Experiment 1 was designed to disentangle the effects of rewards and fairness, with the purpose of uncovering the solitary impact of fairness on episodic memory. In contrast, Experiments 2 and 3 were dedicated to exploring and comparing the roles of different reward types. Specifically, in Experiment 2, relative rewards were manipulated within the context of small absolute rewards, while in Experiment 3, this was done under large absolute - reward conditions. By comparing the episodic memory outcomes of these two experiments, the effect of the magnitude of absolute rewards was elucidated.

The results of Experiment 1 showed that when the reward was held constant and the allocations of different dictators varied only in fairness, high-fairness allocations led to better episodic memory. Experiments 2 and 3 results revealed the stable moderating role of relative rewards in the fairness-episodic memory relationship. Subjects preferred to remember low-fairness allocations with small relative rewards and high-fairness allocations with large relative rewards. Absolute rewards had no such effect and did not change the moderating function of relative rewards. This reveals a significant mutual enhancement effect between fairness and relative rewards when the motivated directions they evoke are consistent, both being either approach-oriented or avoidance-oriented. In addition, all experiments strongly verified the adaptability of episodic memory. People can use the episodic memory of past cooperation to guide future decisions, making them more favorable to themselves.

In summary, this study provides a new perspective for understanding the formation mechanism of social episodic memory by revealing the complex interaction between social fairness and non-social reward factors. These findings not only enrich the theoretical framework of memory research, but also provide valuable references for decision-making in real life.

Key words

Fairness, Reward, Dictator Game, Cooperative Decision-making, Episodic Memory